

# ОСОБЕННОСТИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ СПЕКТРА СИГНАЛОВ ДИСТАНЦИОННОЙ ЛАЗЕРНОЙ СПЕКЛ-ВИБРОМЕТРИИ

В. И. Иванов, Н. И. Иванов

НИИ ядерных проблем Белорусского государственного  
университета, Минск

E-mail: ivanov.inp@gmail.com

Без ограничения общности в предположении, что вектор градиента  $\nabla f(0)$  виброколебаний поверхности лежит в одной из координатных плоскостей, получено выражение для оценки нормированного среднего квадрата модуля амплитуды  $G_m$ , которая характеризует относительную долю мощности, сосредоточенную в  $m$ -той гармонике спектра отраженного лазерного сигнала при одномодовом характере виброколебаний с частотой акустической моды  $W_o$

$$G_m = \frac{2}{\pi} \int_0^\infty e^{-\frac{x^2}{2}} J_m(Vx) dx,$$

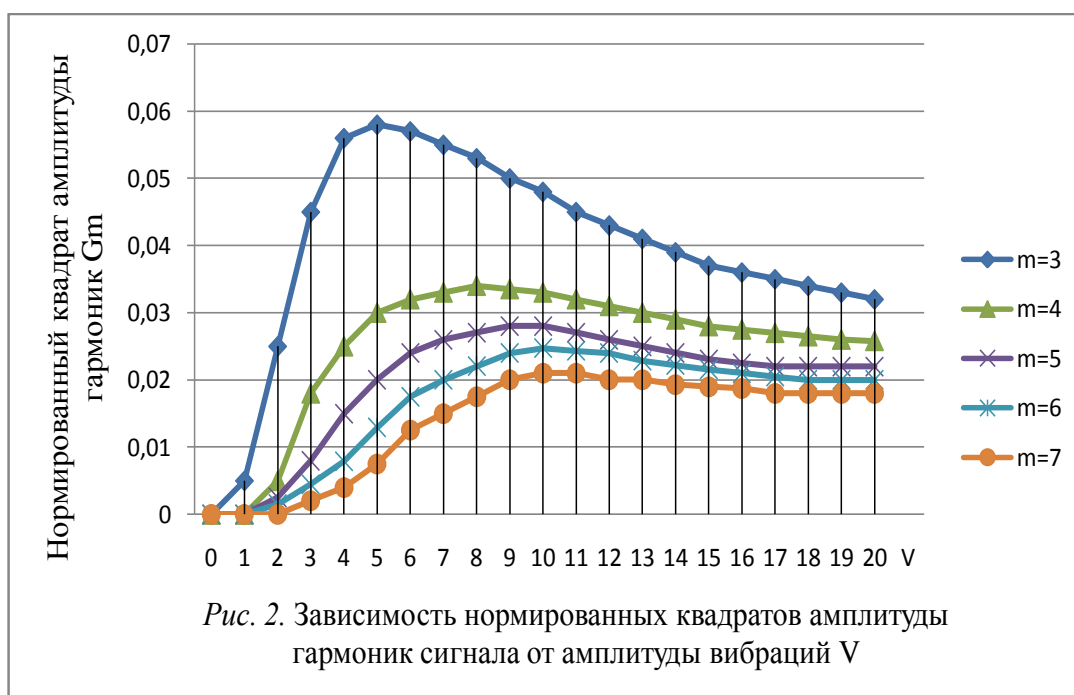
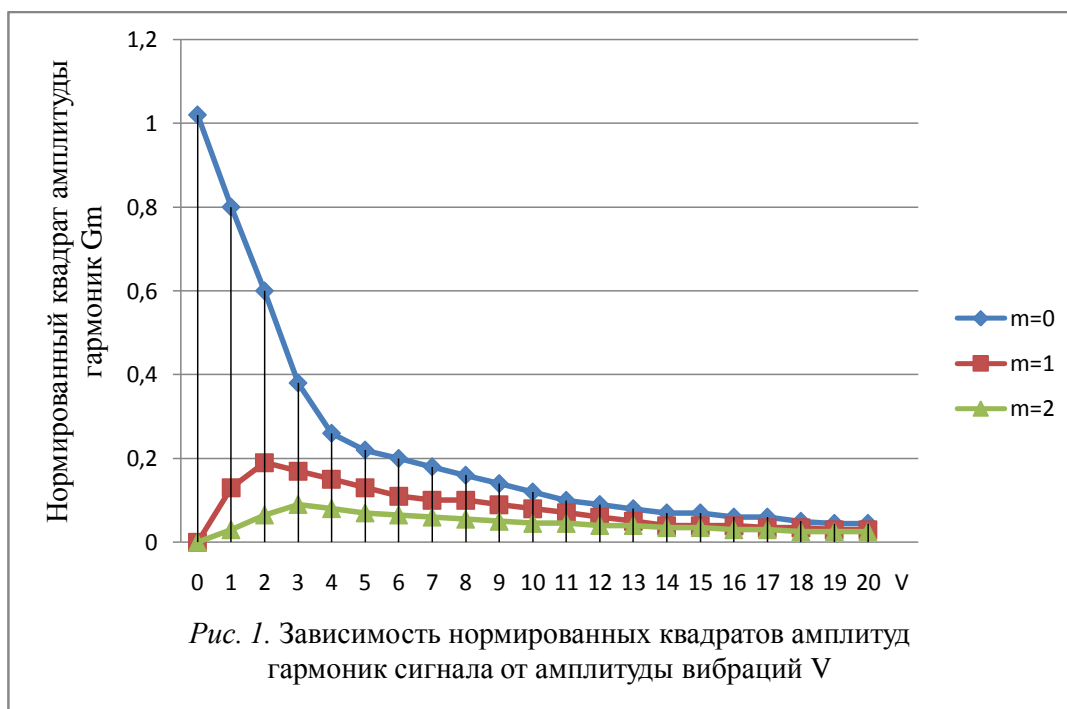
где  $J_m(Vx)$  – функция Бесселя первого рода;  $V = 2k\rho_o A_o$  – амплитуда вибраций;  $k = 2\pi/\lambda$  – волновое число;  $\rho_o$  – параметр, характеризующий линейное разрешение приемной оптики;  $A_o = |(\nabla f(0))|$  – амплитуда угловых колебаний вектора нормали к поверхности в точке наблюдения.

Результаты численного моделирования приведены на рис. 1, рис. 2. и хорошо согласуются с экспериментальными данными.

С возрастанием амплитуды вибраций в спектре принимаемого сигнала появляются гармоники основной частоты все более высокого порядка, а разброс амплитуд гармоник различных порядков уменьшается, хотя форма спектра сохраняет монотонный спадающий характер.

Если  $V \lesssim 1$ , то смещение спекл-структуры поля оказывается меньше характерного размера спеклов, поэтому интенсивность в данной точке модулируется пропорционально угловым колебаниям поверхности, а глубина модуляции зависит от градиента спекл-поля в точке наблюдения и амплитуды колебаний.

С увеличением амплитуды угловых колебаний поверхности  $V \gg 1$  возрастают и периодические смещения спекл-структуры поля. В результате, за половину периода виброколебания точку наблюдения пересечет большое число отдельных спеклов, что эквивалентно возрастанию вклада в спектр отраженного лазерного сигнала высших гармоник  $m > 1$  ( $m = 0$  – постоянная составляющая отраженного сигнала).



Данные особенности спектра отраженных сигналов следует учитывать при интерпретации результатов дистанционной лазерной спекл-виброметрии, так как даже в случае одномодового характера вибраций в спектре содержатся гармоники основной частоты, влияние которых возрастает с увеличением амплитуды виброколебаний и которые ошибочно можно принять за признаки многомодовой вибрации.